

水素を利用したスピントロニクス材料の磁気特性制御

Hydrogen-induced control of magnetic properties of spintronics devices

研究分野

Department

界面量子科学
Interface Quantum Science

研究者

Researcher

小山知弘
T. Koyama

キーワード

Keyword

スピントロニクス、水素、触媒、ナノテクノロジー
spintronics, spin chirality, nanotechnology

応用分野

Application

次世代情報処理・センシングデバイス
pathogen detection, medical diagnosis, drug development

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

水素は最も小さい元素であり、材料中に侵入しその物性を変化させることが知られています。しかし半導体や超伝導体を用いた研究に比べて、磁性材料の水素制御に関する研究はあまり報告例がありません。我々は磁性ナノ薄膜に代表されるスピントロニクス材料において、磁気特性を水素により制御し、新しい機能を開拓することを目指して研究を行っています。

概要・特徴

強磁性体/非磁性金属ナノ多層膜構造において、非磁性層の触媒効果を利用することにより磁気特性の水素制御が可能になることを実証しました。

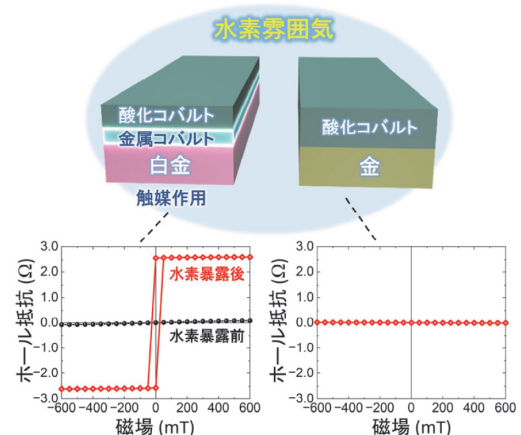
技術内容

- 劣化し磁力を失った磁性ナノ薄膜を白金(Pt)と積層させることで、常温で水素ガスにさらすという温和な条件下で磁力が回復することを発見しました。
- 金(Au)と積層させた試料では上記の変化がみられなかったことから、Ptの強力な触媒作用によりナノ磁性体の水素還元が促進されていることが明らかになりました。
- 水素を利用することで、フェリ磁性体(希土類元素と遷移金属からなる合金系で、両者の磁気モーメントが反平行結合している材料)の磁気特性を制御できることを発見しました。反平行結合は磁気モーメントの超高速ダイナミクスの起源であることから、これを水素制御することで強磁性体を用いた場合に比べてはるかに高速に動作するスピントロニクスデバイスを作り出すことが可能となります。
- 水素雰囲気下での測定系を開発し、水素による磁気特性変化をリアルタイムで観測する研究も進めています。

社会への影響・期待される効果

触媒効果を利用することで、多層膜構造における「層選択的」水素化が可能となります。これにより界面磁気異方性やスピン流など様々なスピントロニクス現象を水素により制御できるようになり、磁気メモリやセンサーの性能向上に繋がります。さらに本研究は、スピントロニクスと触媒というこれまで交わることがなかった研究領域を融合させ、新たな学際領域を切り拓く先駆的な研究へと発展することが期待されます。

【論文 Paper】 [1] Appl. Phys. Lett. 126, 262403 (2025).



触媒作用による磁性回復の概念図および磁力の測定結果